Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 16, No. 1, June 2025, pp. 21-35

Original Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir

https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.87219.1086

The Effect of Mixed Cropping of Sesame (*Sesamum indicum* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Weed Control Methods on Yield and Land Equation Ratio

Sara Sadat Moazeni[1], Ebrahim Izadi Darbanhi[1]*, Kamal Hajmohammadnia Ghalibaf[1]

Received: 15-06-2024
Revised: 11-10-2024
Accepted: 21-12-2024
Available Online: 21-12-2024

Cite this article:
Moazeni, S. S., Izadi Darbanhi, E., & Hajmohammadnia Ghalibaf, K. (2025). The effect of mixed cropping of sesame (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and weed control methods on yield and land equation ratio. *Iranian Journal of Pulses Research*, *16*(1), 21-35. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.87219.1086

Introduction
Mixed cropping is one of the components of sustainable agriculture, if done correctly and the appropriate plant species are selected, it increases yield, improves economic efficiency, preserves natural resources, increases the efficiency of resource use in organic farming and it can be useful in pest, diseases and weeds control. Mixed cropping of oilseeds and legumes is a type of mixed cropping systems that increases the performance of the mixed components, reduces the need for nitrogen fertilizer compared to pure cultivation, increases the efficiency of the consumption of nutrients and water, and causes disruption of specific host diseases. According to the fact that the two plants, bean and sesame have an acceptable time of simultaneous cultivation, therefore it seems that the Mixed cropping of these two plants can achieve the benefits of a mixed cultivation system and increase the productivity of production in the management of weeds. Based on the conducted research, the mixture of oilseeds and legumes increases the performance of the components of the mixture, and on the other hand, due to the potential of nitrogen biofixation in legumes, it reduces the need for nitrogen fertilizer compared to their pure cultivation and significantly suppresses facilitate weeding. The present study was conducted in order to investigate the weed control methods on yield and land equation ratio under the influence of mixed cropping bean and sesame.

Materials and Methods
This experiment was conducted as a 6×3 factorial in the form of a randomized complete block design with three replications during 2019-2020 in a farm of Hossein Abad village at Shirvan- Iran. The treatments included different ratios of sesame: bean at 6 levels (100:0, 25:100, 50:100, 75:100, 100:100 and 0:100) at the optimum bean and sesame density (40 pl. m^{-2}) and weed control methods in three levels including the use of trifluralin herbicide (960 a.i ha^{-1}) mixed with the soil surface two weeks before planting, and hand weeding 35 and 55 days after planting (DAP). Irrigation was done by drip irrigation every week until seed filling stage. When the sesame seeds were at the physiological ripening stage and the pods of the bean plant were yellow, harvesting was done from an area of one square meter on 24 September. After drying the harvested plants in the open air, their biomass and seed yield were measured and the land equation ratio (LER) was determined.

Results and Discussion
The results showed that in all bean and sesame mixed cropping ratios, especially the 75:100 ratio, hand weeding treatments had a higher LER compared to the trifluralin herbicide application treatment. The highest bean grain yield (336.16 g.m^{-2}) and biomass (953.68 g.m^{-2}) and the highest sesame grain yield (252.68 g.m^{-2}) and biomass (average 860.88 g.m^{-2}) were observed in pure bean sesame cultivation + use of trifluralin. However, in all bean and sesame mixed cropping treatments, LER was higher than monoculture treatments.

1- Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
* Corresponding Author: e-izadi@um.ac.ir

The highest LER (1.80) was observed in the hand weeding treatment 55 days after planting in the 75:100 (sesame:bean) mixed cropping ratio. Therefore, the aforementioned treatment can be useful and recommended in weed management as well as increasing yield and biomass in bean and sesame mixed cropping systems.

Conclusions
According to the results of this research, mixed cropping of sesame and beans with a ratio of 75:100 (sesame:bean) + 55 DAP can be useful and recommended in this mixed cropping system and it's weed management in Shirvan-Iran conditions. However, in pure cultivation of beans and sesame, the use of trifluralin has better results.

Keywords: Biomass, Manual weeding, Pre-plant herbicide, Relative yield, Seed yield, Trifluralin

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱۶، شمارهٔ ۱، نیمهٔ اول ۱۴۰۴، ص. ۳۵-۲۱

نوع مقاله: پژوهشی
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir

https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.87219.1086

تأثیر کشت مخلوط کنجد (*Sesamum indicum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و روش‌های مهار علف‌های هرز بر عملکرد و نسبت برابری زمین

سارا سادات مؤذنی[1]، ابراهیم ایزدی دربندی[1*]، کمال حاج محمدنیا قالی باف[1]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱

چکیده

به‌منظور بررسی کارآیی برخی روش‌های مهار علف‌های هرز در نظام‌های تک‌کشتی و مخلوط کنجد و لوبیا چیتی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای در روستای حسین‌آباد واقع در ۱۲ کیلومتری شهرستان شیروان طی سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی لوبیا چیتی: کنجد (۱۰۰:۰، ۱۰۰:۱۰۰، ۷۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰، ۲۵:۱۰۰ و ۰:۱۰۰) و روش‌های مهار علف‌های هرز، شامل کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین (۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) به‌صورت مخلوط با خاک دو هفته قبل از کاشت و وجین علف‌های هرز ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت بودند. نتایج نشان داد که در تمام نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد به‌ویژه نسبت ۷۵:۱۰۰، تیمارهای وجین دستی دارای نسبت برابری زمین بیشتری در مقایسه با تیمار کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین بودند. براساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، بیشترین عملکرد دانه (۳۳۶/۱۶ گرم در مترمربع) و زیست‌توده (۹۵۳/۶۸ گرم در مترمربع) لوبیا در کشت خالص لوبیا و استفاده از علف‌کش تریفلورالین به دست آمد. همچنین بیشترین عملکرد دانه (۲۵۲/۶۸ گرم در مترمربع) و زیست‌توده (میانگین ۸۶۰/۸۸ گرم در مترمربع) کنجد مربوط به تیمار کشت خالص کنجد و استفاده از تریفلورالین بود. در تمامی تیمارهای کشت مخلوط لوبیا و کنجد، نسبت برابری زمین بیشتر از تک‌کشتی لوبیا و کنجد بود. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۸۰) مربوط به تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ (لوبیا:کنجد) مشاهده شد. بنابراین، تیمار مذکور می‌تواند در مدیریت علف‌های هرز و همچنین افزایش عملکرد و زیست‌توده در نظام‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد مفید و قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: تریفلورالین، زیست توده، علف‌کش پیش کاشت، عملکرد دانه، عملکرد نسبی، وجین دستی

مقدمه

کشت مخلوط یکی از مهم‌ترین اجزای کشاورزی پایدار است که مزایایی از جمله مهار بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز، کاهش مصرف نهاده‌هایی از جمله سموم و کودهای شیمیایی، بهبود حاصلخیزی خاک و بازده اقتصادی و نسبت بهره‌وری زمین را به همراه دارد. بااین‌حال، این نظام کشت دارای محدودیت‌هایی مانند رقابت بین گونه‌ای برای منابع محدود و اثرات دگرآسیب اجزای کشت، مدیریت مکانیزاسیون مزرعه و به‌ویژه در زمان برداشت می‌باشد (Maitra et al., 2019; Stomph et al., 2020). در این ارتباط، کشت مخلوط دانه‌های روغنی و حبوبات از مهم‌ترین نظام‌های کشت مخلوط محسوب می‌شود که با توجه به نقش حبوبات در تثبیت زیستی نیتروژن، ضمن افزایش عملکرد اجزای مخلوط، نیاز به کود نیتروژن را کاهش داده و منجر به افزایش کارآیی مصرف عناصر غذایی و آب و اختلال در چرخه آفات و بیماری‌ها می‌شود (Dowling et al., 2021). با توجه به افزایش چشمگیر تقاضای جهانی برای دلنه‌های روغنی و حبوبات در ۵۰ سال گذشته، گرایش به کشت مخلوط حبوبات و دانه‌های روغنی در دهه گذشته افزایش یافته است (Chalmers, 2017; Dowling et al., 2021). بااین‌حال، حبوبات گیاهانی حساس به علف‌های هرز هستند و یکی از مشکلات مهم در تولید حبوبات به‌ویژه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در سراسر جهان از جمله ایران، حضور علف‌های هرز هستند که براساس گزارش‌های موجود، بسته به تراکم و فلور علف‌های هرز منجر به تلفات تا ۹۰ درصدی عملکرد دانه آن با توجه به شرایط بوم‌شناختی می‌شوند (Ahmadi et al., 2005).

۱- گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: e-izadi@um.ac.ir)

دانه‌های روغنی نیز به‌دلیل داشتن اسیدهای چرب با کیفیت بالا همراه با ویتامین‌های محلول در روغن، بعد از غلات دومین منبع غذایی در جهان هستند و یکی از مهم‌ترین منابع انرژی می‌باشند (Raza et al., 2020). در این بین، کنجد (*Sesamum indicum* L.) یکی از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی است که به‌دلیل روغن دانه با کیفیت بالا، ارزش زیادی دارد و وجود اسیدهای چرب غیراشباع روغن آن برای سلامتی انسان، جایگاه ویژه‌ای را در بین دانه‌های روغنی به خود اختصاص داده است. با توجه به سازگاری این گیاه به‌ویژه به مناطق خشک و نیمه‌خشک در بیشتر مناطق جهان، کشت‌وکار می‌شود (Oyinloye et al., 2016). براساس گزارش‌های موجود، در ایران در سال ۲۰۲۰، متوسط عملکرد کنجد ۶۹۰/۵ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (FAO, 2020).

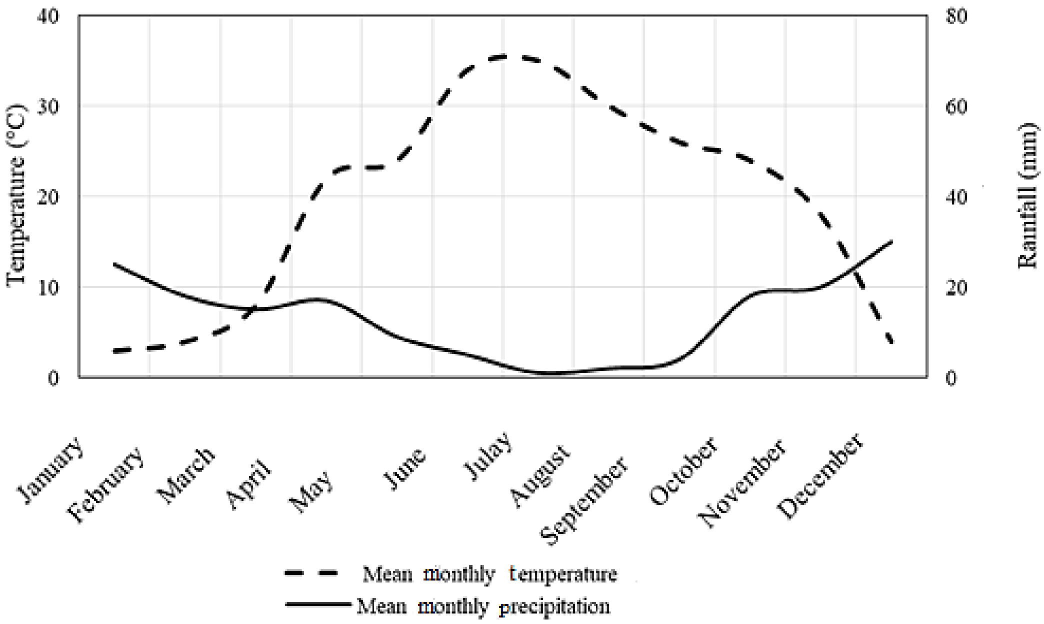
با توجه به اینکه دو گیاه لوبیا و کنجد از نظر زمان کشت همزمانی قابل قبولی دارند، لذا به نظر می‌رسد که کشت مخلوط این دو گیاه می‌تواند ضمن دستیابی به سودمندی‌های یک نظام کشت مخلوط و افزایش بهره‌وری تولید، در مدیریت علف‌های هرز نیز مؤثر باشد. براساس پژوهش‌های انجام‌شده، مخلوط دانه‌های روغنی و حبوبات، عملکرد اجزای مخلوط را افزایش داده و از طرفی، با توجه به پتانسیل تثبیت زیستی نیتروژن در حبوبات، نیاز به کود نیتروژن را در مقایسه با کشت خالص آن‌ها کاهش داده و به‌طور معنی‌داری سرکوب علف‌های هرز را تسهیل می‌کنند (Dowling et al., 2021) با وجود سابقه کشت دو گیاه مذکور در ایران، مطالعات در خصوص بررسی کشت مخلوط آن‌ها محدود است. در مطالعه‌ای که روی اثر تراکم گیاه پوششی ماش بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد و مهار علف‌های هرز در کشت مخلوط آن با کنجد انجام شد، نتایج نشان داد که در کشت خالص کنجد، تداخل علف‌های هرز منجر به کاهش ۵۷ درصدی عملکرد دانه کنجد شد (Mehdipour et al., 2019).

براساس مطالعات انجام‌شده روی عملکرد دانه، علف‌های هرز می‌توانند عملکرد کنجد را تا بیش از ۶۵ درصد کاهش دهند و برای دستیابی به عملکرد دانه مناسب در کنجد، یک دوره بیشتر از ۵۰ روز عاری از علف‌های هرز ضروری می‌باشد (Grichar et al., 2011). ازاین¬رو در مناطق لوبیاکاری، مهار علف‌های هرز توسط روش‌های زراعی (همچون تناوب زراعی و کشت مخلوط)، مکانیکی (استفاده از کولتیوار) و شیمیایی (علف‌کش‌های تری‌فلورالین، پاراکوات و بنتازون) یکی از مهم‌ترین اولویت‌های به‌زراعی برای بهبود عملکرد لوبیا می‌باشد (Bagheri et al., 1997). با توجه به اینکه مطالعات اندکی در خصوص بررسی برهم‌کنش کشت مخلوط کنجد و لوبیا و روش‌های مهار علف‌های هرز در این نظام کشت انجام شده است، این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی و روش‌های مهار علف‌های هرز کنجد و لوبیا در شرایط زراعی شیروان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط و روش‌های مهار علف‌های هرز لوبیاچیتی رقم کوشا و کنجد رقم اولتان بر عملکرد و نسبت برابری زمین، آزمایشی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه‌ای در روستای حسین‌آباد واقع در بخش مرکزی شهرستان شیروان خراسان شمالی و در ۱۲ کیلومتری این شهرستان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۰دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۶۷ متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک مزرعه مورد آزمایش از نوع لوم رسی بود. آب‌وهوای منطقه براساس روش آمبرژه، سرد و خشک گزارش شده است (شکل ۱).

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد که تیمارهای مورد بررسی در آن شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی لوبیا چیتی:کنجد (۱۰۰:۰، ۱۰۰:۱۰۰، ۷۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰، ۲۵:۱۰۰ و ۰:۱۰۰) در تراکم بهینه لوبیا و کنجد (۴۰ بوته در مترمربع) (Hosseinzadeh et al., 2021) و روش‌های مهار علف‌های هرز در سه سطح شامل کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین به‌مقدار ۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار دو هفته قبل از کاشت به‌صورت مخلوط با خاک و وجین دستی علف‌های هرز به‌ترتیب ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت بودند. برای این منظور، پس از انتخاب و آماده‌سازی زمین (گاوآهن در آذرماه ۱۳۹۹ و دیسک و لولر در اسفندماه ۱۳۹۹) در زمینی به مساحت ۸۳۲ مترمربع اقدام به کشت لوبیاچیتی و کنجد روی ردیف‌هایی به فواصل ۵۰ سانتی‌متر در تاریخ ۲۴ اردیبهشت ۱۴۰۰ شد. لوبیا چیتی در طرفین پشته‌ها (خط داغاب) به‌فاصله ۱۰ سانتی‌متری و کنجد در وسط پشته‌ها در عمق دو تا پنج سانتی‌متری خاک و با توجه به نسبت کشت آن در فاصله دو تا پنج سانتی‌متر از هم به‌صورت دستی کشت شد. ابعاد کرت‌های آزمایش سه در سه متر و فاصله آن‌ها یک ردیف نکاشت (۵۰ سانتی‌متر) بود. پس از تثبیت گیاهان در مرحله سه چهار برگی، طی دو یا سه نوبت نسبت به تنک کردن و تعیین تراکم مورد نظر در هر یک از تیمارهای کشت مخلوط اقدام شد.



شکل ۱- منحنی آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهرستان شیروان

Fig. 1- Ambrothermic curve of synoptic weather station - Shirvan

کشت به‌صورت آبی و آبیاری به‌روش نشتی در هر هفته تا مرحله پر شدن دانه‌ها انجام شد. هنگامی‌که دانه‌های کنجد در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و غلاف‌های گیاه لوبیا زردرنگ بود، برداشت از سطحی به مساحت یک مترمربع در تاریخ ۲۴ شهریور انجام شد.

پس از خشکاندن بوته‌های برداشت‌شده اجزای کشت مخلوط در هوای آزاد، زیست‌توده و عملکرد دانه آن‌ها اندازه‌گیری و عملکرد نسبی آن‌ها تعیین شد و به‌منظور تعیین نسبت برابری زمین از معادله ۱ استفاده شد.

معادله (۱)

$$LER=(LERa+LERb)=\left\{\left(\frac{Yab}{Yaa}\right)+\left(\frac{Yba}{Ybb}\right)\right\}$$

که در آن، LER: نسبت برابری زمین، Yab: زیست‌توده یا عملکرد دانه گونه a در کشت مخلوط، Yba: زیست‌توده یا عملکرد دانه گونه b در کشت مخلوط، Yaa و Ybb: به‌ترتیب زیست‌توده یا عملکرد دانه گونه a و b در کشت خالص می‌باشند.

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS (نسخه ۹/۴) و SPSS انجام شد. همچنین نمودارها و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel (نسخه ۲۰۱۳) ترسیم شدند و مقایسات میانگین از طریق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا

اثر متقابل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز بر عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین داده‌ها، در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد، بیشترین عملکرد دانه لوبیا (۳۳۶/۱۶ گرم در مترمربع) از کشت خالص لوبیا (۰:۱۰۰) و با کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین حاصل شد که اختلاف آماری معنی‌داری با کشت مخلوط با نسبت‌های ۲۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰ و ۷۵:۱۰۰ لوبیا و کنجد نداشت. همچنین کمترین میزان عملکرد دانه لوبیا در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ و در شرایط وجین ۳۵ روز پس از کاشت به دست آمد و اختلاف آماری معنی‌داری با سایر نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد در این شرایط نداشت (شکل ۲). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین زیست‌توده (۹۵۳/۶۸ گرم در مترمربع) لوبیا در شرایط کشت خالص لوبیا و با کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین به دست آمد. همچنین کمترین میزان زیست‌توده لوبیا در کشت مخلوط لوبیا و کنجد با نسبت ۱۰۰:۱۰۰ و به‌ترتیب در شرایط وجین در ۳۵ و ۵۵ روز بعد از کاشت حاصل شد. در بین تیمارهای وجین دستی، بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا در نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ و وجین ۵۵ روز پس از کاشت مشاهده شد (شکل ۳). به نظر

می‌رسد که در نسبت‌های مختلف کشت و وجین ۳۵ و ۵۵ روز بعد از کاشت، با افزایش نسبت کشت کنجد در کشت مخلوط، عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا به‌علت وجود رقابت بین گونه‌ای (کنجد و علف هرز) کاهش یافته است (شکل ۲، شکل ۳). هرچند که این روند برای عملکرد دانه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نمود کمتری داشت، با این وجود با افزایش نسبت کشت کنجد به لوبیا، عملکرد دانه در تمامی روش‌های مهار علف‌های هرز کاهش یافت. همسو با این نتایج، حسین‌زاده و همکاران (Hosseinzadeh et al., 2021) با بررسی کشت مخلوط کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی، بیشترین تعداد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را در کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی عاری از علف هرز گزارش کردند. براساس گزارش آن‌ها، با افزایش تراکم در کشت مخلوط کنجد و لوبیا، هم در شرایط وجین و هم در شرایط بدون وجین، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه لوبیا کاهش یافت و علت کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط را تراکم و جمعیت کم لوبیا چشم‌بلبلی و افزایش رقابت بین گونه‌ای کنجد با آن عنوان کردند. براساس نتایج این تحقیق، ارتفاع زیاد کنجد که مانع رسیدن نور کافی به گیاه لوبیا چشم بلبلی شده، منجر به کاهش عملکرد آن شده، به‌طوری‌که عملکرد در کشت خالص بدون وجین بیشتر از نسبت‌های کشت مخلوط وجین گزارش شده بود (Hosseinzadeh et al., 2021).

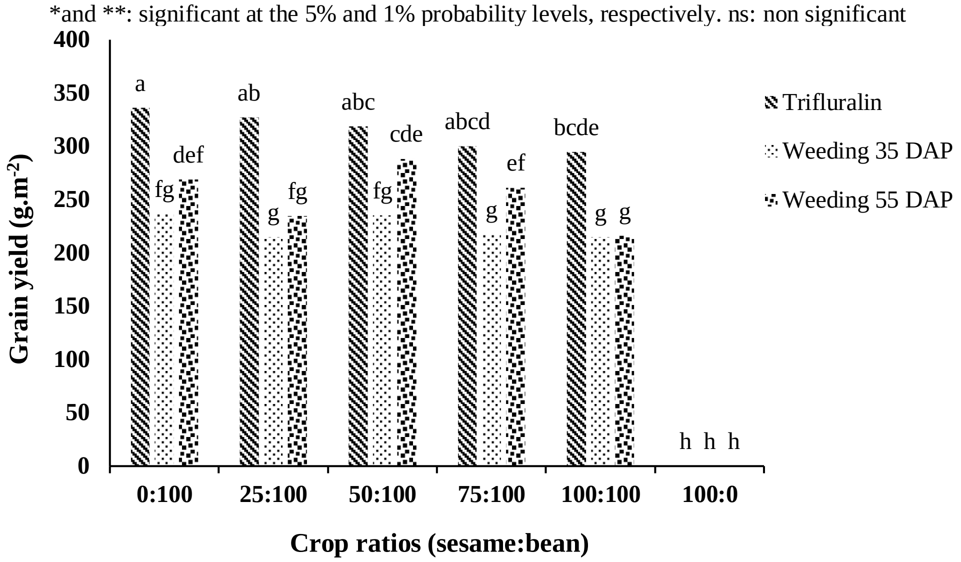
بیشتربودن عملکرد دانه و زیست‌توده در کشت خالص لوبیا و کنجد می‌تولند به‌دلیل عدم رقابت بین گونه‌ای در گیاهان لوبیا با کنجد باشد که باعث استفاده بهتر از منابع محیطی مثل فضا، نور و عناصر محیطی توسط لوبیا و در نتیجه، بهبود رشد و عملکرد آن شده است. از طرفی، در اوایل دوره رشد با مهار مؤثر علف‌های هرز توسط علف‌کش تری‌فلورالین، رشد لوبیا بهبود یافته است و گیاه توانسته است که به‌طور مؤثرتری از منابع محیطی استفاده کند، در نتیجه گیاهان برای ادامه رشد قوی‌تر شده‌اند که این به نوبه خود منجر به تولید عملکرد دانه و زیست‌توده بالا در لوبیا شده است. به‌طور کلی، لوبیا به‌دلیل رشد نسبتاً آهسته در اوایل دوره رشد در رقابت با علف‌های هرز حساس است (Heydari et al., 2018) و با افزایش مدت تداخل علف‌های هرز در مزرعه، عملکرد دانه لوبیا کاهش می‌یابد (Aghaalikhani et al., 2005). همچنین، مشخص شده است که لوبیا به‌تنهایی توانایی رقابت مؤثر با علف‌های هرز را ندارد و برای مهار علف‌های هرز لوبیا بهتر است از علف‌کش تری‌فلورالین پیش از کاشت استفاده شود و پس از سبز شدن لوبیا نیز دو مرحله وجین انجام گردد (Sadeghipour & Ghaffari Khaliq, 2013). ازاین‌رو، در لوبیا مهار علف‌های هرز در اوایل دوره رشد جهت دستیابی به عملکرد بالا ضروری می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس زیست‌توده و عملکرد دانه لوبیا و کنجد تحت تأثیر تیمارهای آزمایش

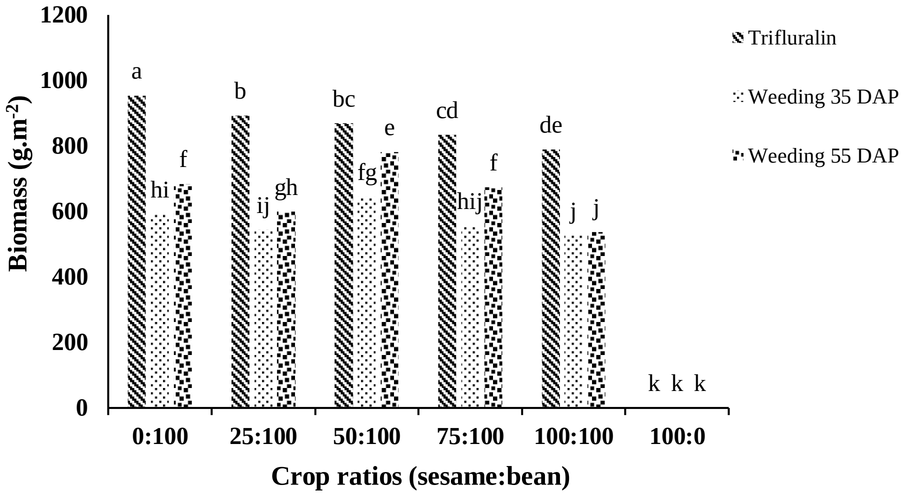
Table 1- Analysis of variance of bean and sesame grain yield and biomass affected by the experimental treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		لوبیا Bean		کنجد Sesame	
		عملکرد دانه Grain yield	زیست‌توده Biomass	عملکرد دانه Grain yield	زیست‌توده Biomass
تکرار Replication	2	804.75 ns	2638.41 ns	160.70*	1296.18 ns
نسبت کشت مخلوط Mixed cropping ratio (MR)	5	27361.18**	289502.27**	29124.76**	437825.53**
روش‌های مهار علف‌های هرز Weed control methods (WCM)	2	106721.06**	756021.49**	48327.46**	560390.88**
نسبت کشت مخلوط × روش‌های مهار علف‌های هرز MR × WCM	10	1617.54**	16911.97**	1730.16**	21067.60**
خطا Error	34	521.36	826.55	47.83	771.52
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	10.37	4.94	4.61	5.47

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد، ns: غیرمعنی‌دار
*and **: significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. ns: non significant



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه لوبیا حاصل از اثر متقابل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز
Fig. 2- Mean comparison of bean seed yield obtained from the interaction of mixed cropping ratio and weed control methods
ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند
Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test



شکل ۳- مقایسه میانگین زیست‌توده لوبیا حاصل از اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز
Fig. 3- Mean comparison of bean biomass obtained from the interaction of mixed cropping ratio and weed control methods
ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند
Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test

عملکرد دانه و زیست‌توده کنجد

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، اثر متقابل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز بر عملکرد دانه و زیست‌توده کنجد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسات میانگین داده‌های آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۲۵۲/۶۸ گرم در مترمربع) و زیست‌توده (۸۶۰/۸۸ گرم در مترمربع) کنجد در کشت خالص کنجد (۱۰۰:۰) و استفاده از علف‌کش تریفلورالین به دست آمد و کمترین عملکرد دانه کنجد (۱۳۱/۹ گرم در مترمربع) مربوط به کشت خالص کنجد و در شرایط وجین ۵۵ روز بعد از کاشت بود. از سوی دیگر، کمترین زیست‌توده کنجد (۴۴۷/۰۳ گرم در مترمربع) در کشت خالص کنجد در شرایط

وجین ۳۵ روز پس از کاشت حاصل شد. همچنین، در بین تیمارهای وجین دستی، بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده کنجد در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ و وجین ۵۵ روز پس از کاشت مشاهده شد، با این وجود با کاهش نسبت‌های کاشت کنجد از ۱۰۰ به ۲۵ درصد، عملکرد دانه آن تحت تأثیر قرار نگرفته است. این مهم می‌تواند به‌دلیل بوته‌های با رشد بیشتر و زیست‌توده بالاتر در تراکم‌های کمتر آن باشد که در تطابق با قانون ثبات نهایی عملکرد می‌باشد. براساس این قانون، عملکرد حاصل از واحد سطح ثابت بوده و می‌تواند از طریق گیاهان با تراکم بیشتر امّا با عملکرد کمتر و یا با تراکم گیاهی کمتر امّا عملکرد و زیست‌توده بیشتر حاصل شود (شکل ۴، شکل ۵). به نظر می‌رسد که افزایش تراکم کنجد در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد، منجر به افزایش رقابت بین گونه‌ای با لوبیا و در نتیجه، کاهش عملکرد دانه آن شده است. همچنین با افزایش تراکم گیاهی، به‌دلیل رقابت بین بوته‌ای و کاهش سهم هر گیاه در استفاده از نور، فضا و عناصر غذایی از تعداد شاخه فرعی، اجزای عملکرد مثل تعداد دانه در بوته و در نتیجه عملکرد دانه در گیاه کنجد کاسته می‌شود. از طرفی دیگر، به تعویق افتادن وجین دستی تا ۵۵ روز پس از کاشت باعث افزایش تراکم علف‌های هرز و فشار بیشتر بر بوته‌های کنجد و در نهایت، کاهش عملکرد آن شده است. بنابراین، استفاده از علف‌کش تریفلورالین در شرایط کشت خالص کنجد و در ابتدای فصل رشد روی مهار علف‌های هرز موفق‌تر عمل کرده و از این جهت باعث افزایش عملکرد دانه و زیست‌توده کنجد شده است. در این راستا، رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2018) و حیدری و همکاران (Heydari et al., 2018) نیز نشان دادند که افزایش تراکم گیاهی کنجد به بیش از تراکم مطلوب، کاهش عملکرد آن را به همراه داشته است. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین پیش از کاشت برای مهار علف‌های هرز در گیاهان زراعی مهمی مثل کنجد، سویا (*Glycin max* L.)، نخود (*Cicer arientinum* L.)، لوبیا، کلزا (*Phaseolus vulgaris* L.) و آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) در سراسر جهان ثبت شده است (Grichar et al., 2011; Mamnooie et al., 2012; Fernandes et al., 2013; Karimmojeni et al., 2015; Chaudhari et al., 2019; Daneshvari et al., 2021). ازاین¬رو، در کنجد مهار علف‌های هرز در اوایل دوره رشد جهت دستیابی به عملکرد بالا ضروری می‌باشد (Grichar et al., 2011). به نظر می‌رسد که رشد کنجد در مراحل اولیه دوره رشد نسبت به علف‌های هرز کندتر می‌باشد و ازاین‌رو به علف‌های هرز حساسیت دارد. لذا در صورت عدم مهار علف‌های هرز در اوایل استقرار گیاه، خسارات جبران‌ناپذیری به گیاه زراعی کنجد وارد می‌شود (Khajehpour, 2004). در این راستا، گزارش شده است که کوتاه بودن دوره عاری از علف‌های هرز از طریق افزایش رقابت علف‌های هرز و کاهش دسترسی کنجد به منابع محیطی مانند آب منجر به کاهش اجزای عملکرد (تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه) و در نهایت، کاهش عملکرد دانه کنجد شد (Bahador et al., 2019). با توجه به کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین در مرحله پیش از کاشت و انجام وجین‌های دستی در ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت، رشد کنجد بهبود یافت و توانست به‌طور مؤثرتری از منابع محیطی استفاده کند، در نتیجه گیاهان کنجد برای ادامه رشد قوی‌تر شده‌اند که این به نوبه خود باعث افزایش عملکرد دانه در کنجد در این مطالعه شد. براساس گزارش‌های موجود، علف‌کش تری‌فلورالین با کاهش جمعیت علف‌های هرز موجب افزایش زیست‌توده و عملکرد دانه کنجد شده است (Mamnooie et al., 2012; Akbia et al., 2020; Grichar et al., 2011) که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت.

شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط لوبیا و کنجد

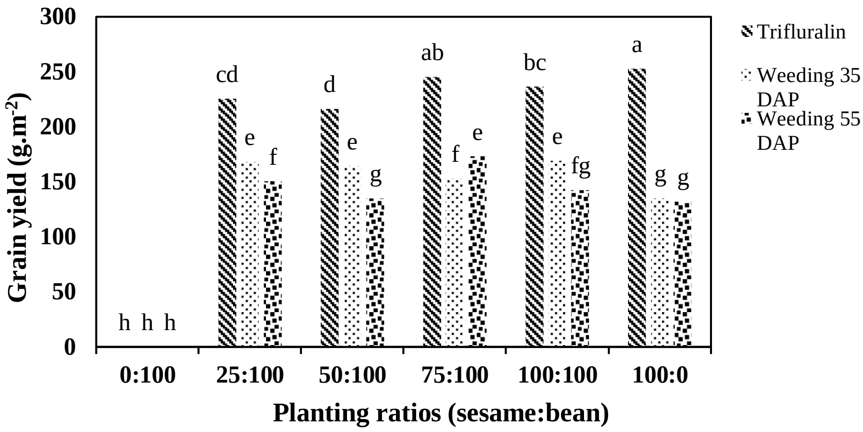
عملکرد نسبی لوبیا

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنها اثر اصلی نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد بر عملکرد نسبی لوبیا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر اصلی نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد بر عملکرد نسبی لوبیا نشان داد که بیشترین مقدار این صفت (۱/۰۱) در نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد به دست آمد و اختلاف معنی‌داری با کشت خالص لوبیا نداشت و در سایر نسبت‌های کشت مخلوط، همگی کمتر از یک بودند، به‌طوری که کمترین مقدار عملکرد نسبی لوبیا با میانگین ۰/۸۷ مربوط به نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد بود (شکل ۶).

عملکرد نسبی کنجد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان از تأثیر معنی‌دار اثرات متقابل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی کنجد و لوبیا و روش‌های مهار علف‌های هرز بر عملکرد نسبی کنجد در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین عملکرد نسبی کنجد (۱/۳۱) در تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا حاصل شد و کمترین عملکرد نسبی کنجد (۰/۸۶) مربوط به تیمار کاربرد علف‌کش

تری‌فلورالین در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۵۰ کنجد و لوبیا بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار علف‌کش کاربرد تری‌فلورالین در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۲۵ کنجد و لوبیا نداشت (شکل ۷). این نتیجه نشان‌دهنده کارآیی ضعیف تری‌فلورالین در بهبود عملکرد نسبی کنجد بود که می‌تواند ناشی از کارآیی ضعیف این علف‌کش در مهار علف‌های هرز با گذشت زمان طولانی از مصرف آن و تجزیه احتمالی آن باشد. خسروی و همکاران (Khosravi et al., 2021) نیز گزارش کردند که در شرایط وجین و نسبت‌های کشت ۱۰۰ درصد کنجد + ۱۰۰ درصد لوبیا و ۵۰ درصد کنجد + ۱۰۰ درصد لوبیا، عملکرد نسبی کنجد بیشتر از عملکرد نسبی لوبیا بود. این محققان همچنین گزارش کردند که در شرایط وجین، بیشترین عملکرد نسبی کنجد از نسبت ۵۰ درصد کنجد + ۱۰۰ درصد لوبیا و بیشترین عملکرد نسبی لوبیا از نسبت ۱۰۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا به دست آمد. آن‌ها نشان دادند که در شرایط وجین، هنگامی‌که تراکم لوبیا ثابت بود و تراکم کنجد از ۵۰ درصد به ۱۰۰ درصد افزایش یافت، عملکرد نسبی کنجد براساس عملکرد دانه کاهش یافت، درحالی‌که عملکرد نسبی کنجد براساس عملکرد بیولوژیک افزایش یافت.

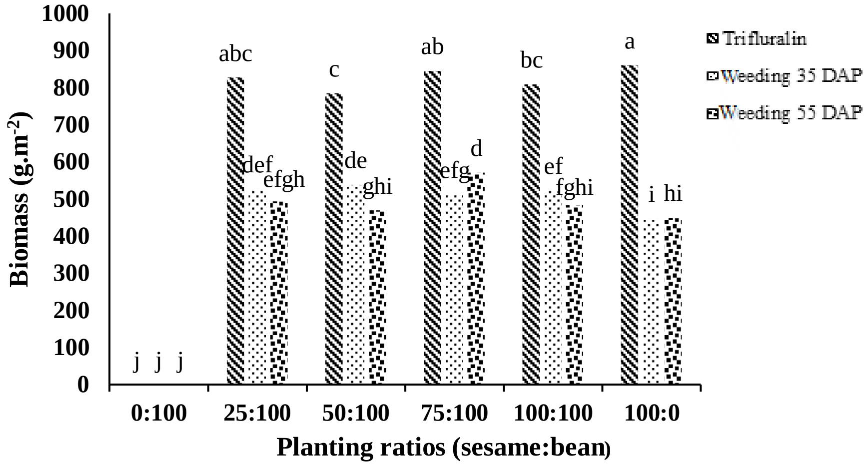


شکل ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه کنجد حاصل از اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز

Fig. 4- Mean comparison of sesame seed yield obtained from the interaction of mixed cropping ratio and weed control methods

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند

Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test



شکل ۵- مقایسه میانگین زیست‌توده کنجد حاصل از اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز

Fig. 5- Mean comparison of sesame biomass obtained from the effect of the interaction of mixed cropping ratio and weed control methods

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند

Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test

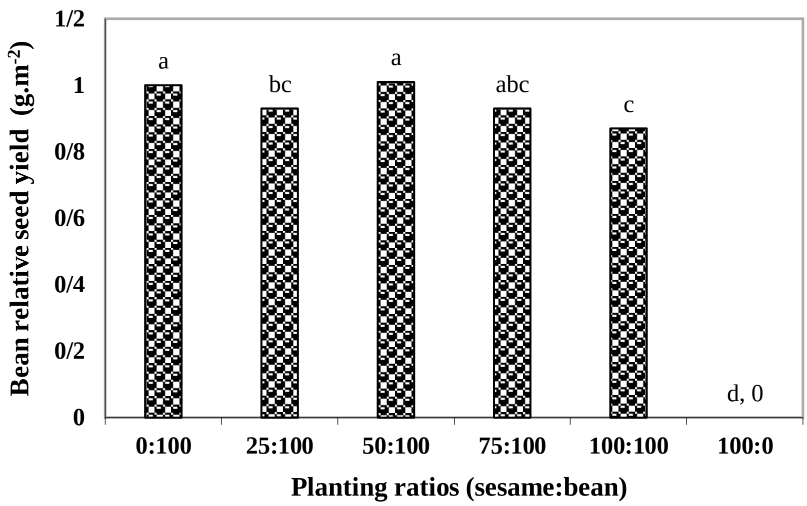
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مربوط به شاخص‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کشت و روش‌های مهار علف‌های هرز

Table2- Analysis of variance of traits related to mixed cropping indices of bean and sesame under different ratios of mixed cropping and weed control methods

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares عملکرد نسبی لوبیا Relative yield of bean	عملکرد نسبی کنجد Relative yield of sesame	نسبت برابری زمین Land equation ratio (LER)
تکرار Replication	2	0.068**	0.0001 ns	0.07**
نسبت کشت مخلوط Mixed cropping ratio (MR)	5	0.001 ns	0.1942**	0.21**
روش‌های مهار علف‌های هرز Weed control methods (WCM)	2	1.374**	1.7404**	1.83**
نسبت کشت مخلوط × روش‌های مهار علف‌های هرز MR × WCM	10	0.007 ns	0.0334**	0.04**
خطا Error	34	0.007	0.0013	0.01
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	10.37	4.01	6.21

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد؛ ns، غیرمعنی‌دار

* and **: significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. ns: non significant

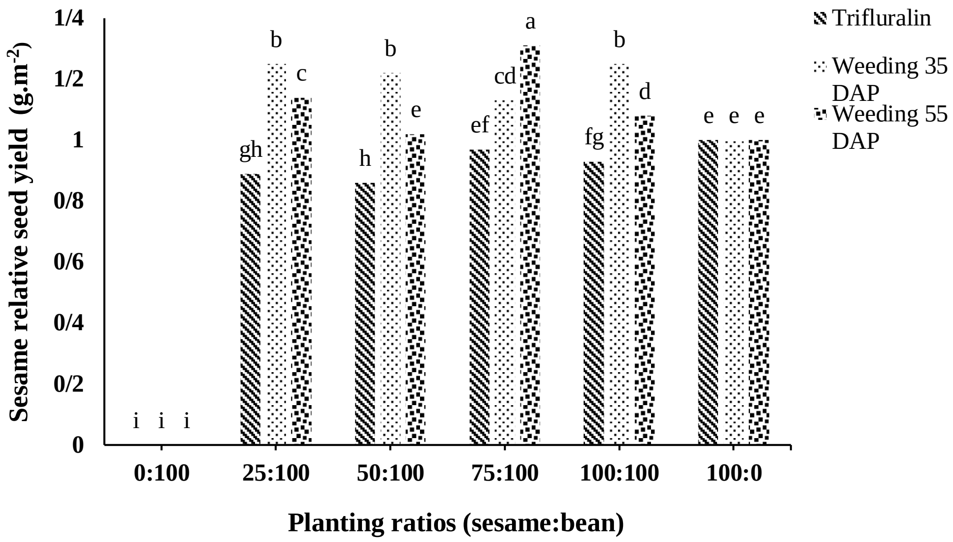


شکل ۶- اثر نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد بر عملکرد نسبی لوبیا

Fig. 6- Effect of mixed cropping ratios of bean and sesame on relative yield of bean

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند

Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test.



شکل ۷- اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز بر عملکرد نسبی کنجد

Fig. 7- Effect of the interaction of mixed cropping ratios of bean and sesame and weed control methods on relative yield of sesame

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند.

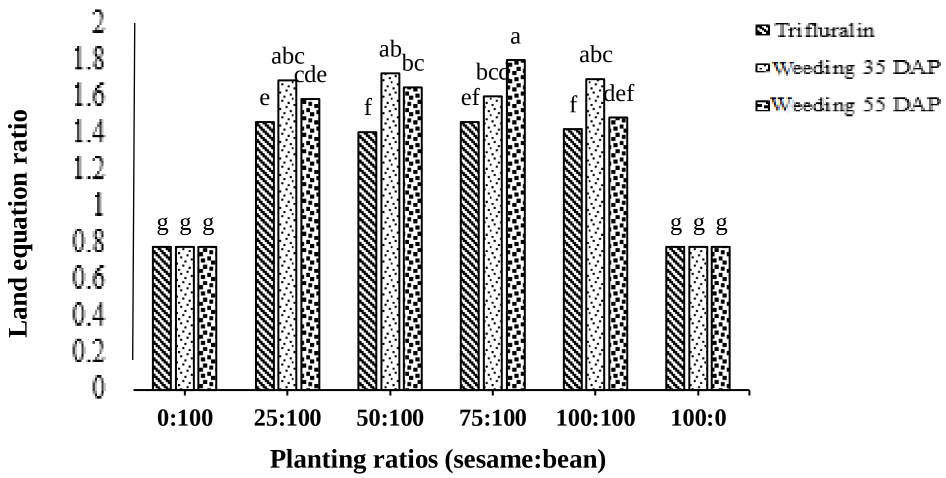
Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability leve based on the LSD test

در این آزمایش با افزایش تراکم کنجد در کشت مخلوط با لوبیا، عملکرد نسبی لوبیا کاهش یافت، به‌طوری که در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد، کمترین عملکرد نسبی لوبیا مشاهده شد، امّا عملکرد نسبی کنجد افزایش یافت، به‌طوری که در تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا و تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا، بیشترین عملکرد نسبی کنجد حاصل شد. در این ارتباط، گزارش شده است که عملکرد نسبی تحت تأثیر تراکم و گونه گیاهی موجود در کشت مخلوط قرار دارد (Moradi et al., 2016). قلعه‌نویی و همکاران (Ghale Noyee et al., 2017) با بررسی کشت مخلوط افزایشی کنجد در لوبیا گزارش کردند که با افزایش تراکم کنجد، عملکرد نسبی کنجد به‌دلیل خاصیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن توسط ریشه‌های لوبیا افزایش و عملکرد نسبی لوبیا نیز به‌علت افزایش رقابت بین گیاهان کاهش یافت. خان و همکاران (Khan et al., 2017) بیان کردند که عملکرد نسبی کنجد و بادام زمینی در الگوی کشت سه ردیف بادام زمینی در بین ردیف‌های کنجد بیشتر از الگوی کشت دو ردیف بادام زمینی بود.

عملکرد نسبی کنجد در تمام نسبت‌های کشت مخلوط بالاتر از لوبیا بود که می‌توان چنین استنباط کرد که در تیمارهای کشت مخلوط، گیاه کنجد غالب بوده و از کشت مخلوط با لوبیا و فرآیند تثبیت نیتروژن توسط آن، اثر مثبت پذیرفته است و منجر به رشد و عملکرد بیشتر در کنجد شده است. در همین زمینه، قلی‌پور و شریفی (Gholipour & Sharifi, 2016) با مطالعه کشت مخلوط لوبیا و آفتابگردان، بیشترین عملکرد نسبی را در دانه آفتابگردان به‌ویژه در نسبت ۲۵ لوبیا / ۷۵ آفتابگردان گزارش کردند . در مطالعه کشت مخلوط کنجد و بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، عملکرد نسبی کنجد از ۰/۷۹ تا ۰/۸۷ و عملکرد نسبی بادام زمینی از ۰/۵۴ تا ۰/۷۷ متغیر بود که بیانگر بیشتر بودن عملکرد نسبی کنجد نسبت به عملکرد نسبی بادام زمینی بود (Khan et al., 2017). مرادی و همکاران (Moradi et al., 2016) نیز با مطالعه کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.)، کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) و لوبیا چیتی بیان کردند که بالاترین عملکرد نسبی مربوط به ذرت و کمترین مقدار آن مربوط به لوبیا چیتی بود و علت آن را به عملکرد کمتر لوبیا در اثر رقابت برون گونه‌ای برای منابع رشدی (مثل نور، آب و عناصر غذایی) و سرعت رشد بالاتر ذرت نسبت به لوبیاچیتی نسبت دادند. به‌طور کلی در مطالعه حاضر، کمتر بودن عملکرد نسبی لوبیا در کشت مخلوط با کنجد می‌تواند به‌دلیل غالبیت احتمالی کنجد بر لوبیا باشد که منجر به ایجاد رقابت برون‌گونه‌ای در لوبیا شده و عملکرد نسبی لوبیا را تحت تأثیر قرار داده است.

نسبت برابری زمین

براساس نتایج این پژوهش، اثرات متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز بر نسبت برابری زمین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز بر نسبت برابری زمین نشان داد که بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۸۰) مربوط به تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ لوبیا و کنجد بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد نداشت. همچنین کمترین نسبت برابری زمین با میانگین کمتر از یک مربوط به کشت‌های خالص لوبیا و کنجد بود. این در حالی بود که کاربرد روش‌های مختلف مهار علف‌های هرز (شامل علف کش تری‌فلورالین، وجین ۳۵ روز پس از کاشت و وجین ۵۵ روز پس از کاشت) در کشت خالص لوبیا و کنجد اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. این نتایج نشان می‌دهد که نسبت برابری زمین در تمام تیمارهای کشت مخلوط لوبیا و کنجد بیشتر از شرایط تک‌کشتی بود (شکل ۸).



شکل ۸- اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های مهار علف‌های هرز بر نسبت برابری زمین

Fig. 8- Effect of the interaction of mixed cropping ratios of bean and sesame and weed control methods on land equation ratio

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند.

Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test

به نظر می‌رسد که کنجد در کشت مخلوط، از لوبیا به‌عنوان یک گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن، اثرات مثبت پذیرفته است و منجر به افزایش نسبت برابری زمین شده است. نسبت برابری زمین بیشتر از یک در نظام‌های کشت مخلوط، مزیت عملکرد کلی محصولات مخلوط را نسبت به محصولات تنها نشان می‌دهد (De la Fuente et al., 2014) و حاکی از کارآیی و بهره‌وری بالای کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی است (Begna et al., 2021). اعتقاد بر این است که نسبت برابری زمین، شاخصی مناسب برای بررسی کارآیی مصرف منابع مثل نور، عناصر غذایی و آب در کشت مخلوط است و هنگامی‌که مقدار آن بیشتر از یک می‌شود، بیانگر کاهش رقابت بین گونه‌ای و نیز سودمندی کشت مخلوط است (Maitra et al., 2019).

حسین‌زاده و همکاران (Hosseinzadeh et al., 2021) نتیجه گرفتند که نسبت کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا در شرایط وجین دارای نسبت برابری زمین ۱/۱۵ بود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) با بررسی کشت مخلوط کنجد و ماش سبز اعلام کردند که نسبت برابری زمین برای تمامی تیمارهای کشت مخلوط همراه با مهار علف‌های هرز، بیشتر از یک بود. برتری عملکرد و بهره‌وری در کشت مخلوط ممکن است به‌دلیل مجموعه‌ای از اثرات عوامل متعدد نظیر بهره‌وری بهتر از رطوبت خاک، عناصر غذایی و تشعشع و مهار مؤثرتر علف‌های هرز باشد (Bigonah et al., 2013; Stomph et al., 2020).

نتیجه‌گیری

بالاترین عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا در نسبت کشت خالص لوبیا و کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین حاصل شد. کمترین عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا به‌علت وجود رقابت بین گونه‌ای

در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا در شرایط وجین ۳۵ روز و ۵۵ روز بعد از کاشت به دست آمد. از سوی دیگر، بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده کنجد مربوط به کشت خالص کنجد و کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین بود و کمترین عملکرد دانه کنجد در کشت خالص کنجد و در شرایط وجین ۵۵ روز پس از کاشت حاصل شد. کمترین زیست‌توده کنجد در کشت خالص کنجد و در شرایط وجین ۳۵ روز پس از کاشت به دست آمد. در تمامی تیمارهای کشت مخلوط کنجد و لوبیا، نسبت برابری زمین بیشتر از تک کشتی‌های کنجد و لوبیا بود. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۸۰) مربوط به تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ لوبیا و کنجد بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد نداشت. کمترین نسبت برابری زمین با میانگین یک در تیمارهای کاربرد روش‌های مختلف مهار علف‌های هرز شامل کاربرد علف کش تری فلورالین، وجین ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت در کشت خالص کنجد و کاربرد روش‌های مختلف مهار علف‌های هرز در کشت خالص لوبیا مشاهده شد. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، کشت مخلوط کنجد و لوبیا با نسبت ۷۵:۱۰۰ به همراه یک بار وجین علف‌های هرز در ۵۵ روز پس از کاشت قابل توصیه می‌باشد. با این وجود، آزمایش‌های تکمیلی و تکرار آن در سال‌ها و مکان‌های مختلف پیشنهاد می‌شود.

References

Aghaalikhani, M., Yadavi, A., & Modares Sanavi, S. A. M. (2005). The critical period of weed control of colorado beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Lordegan. *Scientific Journal of Agriculture*, *28*(1), 111-125. (In Persian). https://sid.ir/paper/24795/fa

Ahmadi, A., Mohasel, M. R., Meybodi, M. B., & Rostami, M. (2005). Evaluation of the effect of critical period of weed competition on yield, yield components and morpho-physiological traits of bean, Dera*khshan Cultivar*. *Pests and Diseases of Plants*, *1*, 31-49.

Akbia, H., Elham, E., Abdolreza, S., & Zare, A. (2020). Evaluation of sowing method and soil applied herbicides on weed control and yield of sesame. *Journal of Crops Improvement*, *22*(4), 543-556. https://doi.org/10.22059/jci.2020.295527.2333

Bagheri, A., Zand, E., & Parsa, M. (1997). Pulses, The Challenges and Strategies. Jihad Daneshgahi of Press, 96 pp. (In Persian)

Bahador, M., Moosavi, S. G. R., & Ramazani, S. H. R. (2019). Effect of weed free periods and crop density on morphological traits, yield, andyield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of plant production*, *33*(2), 193-211. https://doi.org/10.22067/jpp.v33i2.68641

Begna, S., Angadi, S., Mesbah, A., Umesh, R. M., & Stamm, M. (2021). Forage yield and quality of winter canola–pea mixed cropping system. *Sustainability 13*(4), 2122. https://doi.org/10.3390/su13042122

Bigonah, R., Rizvani Moghaddam, P., & Jahan, M. (2013). The effect of intercropping on biological performance, nitrogen percentage and morphological characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L). *Iranian Agricultural Research*, *12*, 369-377. (In Persian). https://sid.ir/paper/356873/fa

Chalmers, S. (2017). Responses of pea and canola intercrops to nitrogen and phosphorus applications. In Westman Agricultural Diversification Organization 2017 Annual Report (pp. 127-136). Westman Agricultural Diversification Organization Manitoba.

Chaudhari, S., Jennings, K. M., Culpepper, S., Batts, R. B., & Bellinder, R. (2019). Turnip tolerance to preplant incorporated Trifluralin. *Weed Technol*, *33*, 123-127. https://doi.org/10.1017/wet.2018.66

Daneshvari, G., Yousefi, A. R., Mohammadi, M., Banibairami, S., Shariati, P., Rahdar, A., & Kyzas, G. Z. (2021). Controlled-release formulations of trifluralin herbicide by interfacial polymerization as a tool for environmentalhazards. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, *11*(6), 13866-13877. https://doi.org/10.33263/BRIAC116.1386613877

De la Fuente, E. B., Suárez, S. A., Lenardis, A. E., & Poggio, S. L. (2014). Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, *70*, 47-52. https://doi.org/10.1016/j.njas.2014.05.002

Dowling, A., Sadras, V. O., Roberts, P., Doolette, A., Zhou, Y., & Denton, M. D. (2021). Legume-oilseed intercropping in mechanised broadacre agriculture–A review. *Field Crops Research*, *260*, 107980. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107980

FAO. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food and agricultural commodities production: Countries by commodity. Retrieved december 2021 from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL.

Ghale Noyee, S., Koocheki, A., Naseri Poor Yazdi, M. T., & Jahan, M. (2017). Effect of different treatments of mixed and row intercropping on yield and yield components of sesame and bean. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *15*, 588-602. (In Persian). https://doi.org/10.22067/gsc.v15i3.49345

Gholipour, M., & Sharifi, P. (2016). Yield and productivity indices of common bean and sunflower intercropping in different planting ratios. *Journal of Plant Ecophysiology*, *23*, 127-137. (In Persian)

Grichar, W. J., Dotray, P. A., & Langham, D. R. (2011). Weed Control and the Use of Herbicides in Sesame Production. In *Herbicides, Theory and Applications,* Edits. S. Soloneski and M. L. larramendly. Published by InTech. https://doi.org/10.5772/12945.

Heydari, S., Movahhedi Dehnavi, M., & Yadavi, A. R. (2018). Response of yield and yield component of three sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions to density in rostam region, Fars provience. *Plant Production Technology*, *9*(2), 91-103. (In Persian). https://doi.org/10.22084/ppt.2017.8276.1478

Hosseinzadeh, M., Hoseini, S. M. B., & Alizadeh, H. (2021). Study of sesame (*Sesamum indicum* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping under weed control and non-control conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science,* *52*(3), 147-162. (In Persian). https://doi.org/10.22059/ijfcs.2020.294043.654669

Karimmojeni, H., Yousefi, A. R., Kudsk, P., & Bazrafshan, A. H. (2015). Broadleaf weed control in winter-sown lentil (*Lens culinaris*). *Weed Technology*, *29*, 56-62. https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00184.1

Khajehpour, M. R. (2004). Industrial Crop. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. 571 pp. (In Persian).

Khan, M., Sultana, N., Akhtar, S., Akter, N., & Zaman, M. (2017). Performance of intercropping groundnut with sesame. *Bangladesh Agronomy Journal*, *20*(1), 99-105. https://doi.org/10.3329/baj.v20i1.34888

Khosravi, M., Tavassoli, A., Piri, I., & Babaeian, M. (2021). Effect of weeds management on yield and nutrient content of sesame (*Sesamum indicum* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in intercropping. *Scientific Journal of Agricultural Research and Sustainable Production*, *31*(4), 1-16. (In Persian). https://doi.org/10.22034/saps.2021.43874.2602.

Koocheki , A., Nassiri Mahallati, M., Najib Nia, S., Lalehgani , B., & Porsa , H. (2015). Study of pulse crops biodiversity in agroecosystems of Iran. *Iranian Legumes Research,* *6*(2), 19-30. (In Persian). https://doi.org/10.22067/ijpr.v1394i2.44408

Maitra, S., Palai, J. B., Manasa, P., & Kumar, D. P. (2019). Potential of intercropping system in sustaining crop productivity. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, *12*(1), 39-45. https://doi.org/ 10.30954/0974-1712.03.2019.7

Mamnooie, E., Shimi, P., & Baghestani, M. A. (2012). Evaluation of various herbicide efficiency in weed control of sesame (*Sesamum indica*) in Jiroft and Kohnuj. *Iranian Journal of Weed Science*, *8*, 1-12.

Mehdipour, H., Abbasi, R., & Abbasian, A. (2019). Effect of mung bean (*Vigna radiata* L.) cover crop density on Seed yield and yield components of sesame (*Sesame indicum* L.) and weed control. Jour*nal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *29*(2), 255-266. (In Persian)

Moradi, P., Asghari, J., Abadi, M., & Samiezadeh, H. (2016). Evaluation of the beneficial effects of triple intercropping of maize (*Zea mays* L.), pinto been (*Phaseolus vulgaris* L.). *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, *6*(19), 177-189. (In Persian). https://doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.6.19.177.

Oyinloye, B. E., Ajiboye, B. O., Ojo, O. A., Nwozo, S. O., & Kappo, A. P. (2016). Cardioprotective and antioxidant influence of aqueous extracts from *Sesamum indicum* seeds on oxidative stress induced by cadmium in wistar rats. *Pharmacognosy Magazine*, *12*(Suppl 2), S170. https://doi.org/10.4103/0973-1296.182155

Raza, A., Hafeez, M. B., Zahra, N., Shaukat, K., Umbreen, S., Tabassum, J., Charagh, S., Khan, R. S. A., & Hasanuzzaman, M. (2020). The plant family Brassicaceae: Introduction, biology, and importance. The Plant Family Brassicaceae: Biology and Physiological Responses to Environmental Stresses, 1-43. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6345-4_1.

Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A. A., & Moradi, R. (2018) .Investigating the effect of chemical and organic fertilizers on the yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different planting densities. *Agricultural Ecology*, *2*, 256-265. (In Persian). https://sid.ir/paper/211135/fa

Sadeghipour, O., & Ghaffari Khaliq, H. (2013). The effect of weeding and different herbicides on bean weed control (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, *4*, 277-282. (In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.15625540.1381.4.4.5.2

Stomph, T., Dordas, C., Baranger, A., De Rijk, J., Dong, B., Evers, J., Gu, C., Li, L., Simon, J., & Jensen, E. S. (2020). Designing intercrops for high yield, yield stability and efficient use of resources: Are there principles? *Advances in Agronomy*, *160*(1), 1-50. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.10.002

Fernandes, T. C., Pizano, M. A., & Marin-Morales, M. A., (2013). *Characterization, Modes of Action and Effects of Trifluralin: A Review*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/55169